

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ КАСКАДНОГО ПОЖАРА В НАБОРЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

О.Е. Безуглов, И.Ф. Дадашев
(Академия гражданской защиты Украины, Харьков)

Поставлена задача математического моделирования развития каскадного пожара в условиях городской инфраструктуры, предложены пути ее решения на базе метода оценки наиболее опасного варианта развития событий (НОВ).

каскадный пожар, математическое моделирование, опасный фактор

Постановка проблемы. В современных условиях развития городской инфраструктуры в Украине важно предусмотреть возможность крупномасштабного пожара в городских условиях (речь идет, в частности, о возможном распространении пожара с одного объекта- здания или сооружения- на другой). Такая ситуация возможна в том случае, когда на одном из объектов находится большое количество пожарной нагрузки, поэтому влияние опасных факторов пожара (ОФП) на находящиеся рядом объекты становится существенным. Соблюдение существующих норм строительства и перепланировки зданий и сооружений не всегда дает возможность эффективно “локализовать” развитие чрезвычайной ситуации, связанной с пожаром или взрывом, на одном или даже нескольких объектах, поэтому необходимо уметь рассчитывать значения ОФП в каждый момент времени для случая действительного развития чрезвычайной ситуации (ЧС).

Анализ последних достижений и публикаций. Ранее при участии автора был разработан ряд методов и алгоритмов физического и математического моделирования развития каскадной ЧС на промышленных предприятиях [1, 2]. Важно отметить, что моделирование реальной ситуации в подавляющем большинстве случаев приводит практически к непреодолимым трудностям еще на уровне постановки задачи, поэтому естественно рассматривать вариант наиболее опасного развития ЧС (НОВ). Такой подход позволяет учесть наиболее важные аспекты ЧС, в частности, оценить сверху значения ОФП в каждый момент времени на всех объектах, которые принимают участие в ЧС, оценить сверху моменты времени, когда каждый конкретный объект вступит в реакцию. В то же время применение принципа НОВ позволяет существенно упро-

стить физические и математические модели развития локальных ЧС на каждом из объектов и оценить влияние ОФП от участвующих в реакции объектов на не участвующие. Подчеркнем, что вычисленный на основе принципа НОВ момент вступления объекта в реакцию τ заведомо больше, чем реальное значение данного параметра, но с практической точки зрения важно оценить именно время вступления объекта в реакцию именно сверху, т.е. после момента τ объект обязательно будет участвовать в каскадной ЧС. Аналогичные соображения применимы и к оценке ОФП.

Постановка задачи и ее решение. Основная идея данной статьи – предложить пути применения указанного подхода к моделированию развития ЧС, связанной с пожарами и взрывами на наборе зданий и сооружений городской инфраструктуры. Проанализируем особенности развития каскадной ЧС, связанной с пожаром или взрывом, в условиях города. Очевидно, ОФП, приведенные выше, сохраняются, соответственно сохраняют актуальность предложенные модели локальных сценариев развития пожара на объектах. В то же время появляется ряд новых особенностей процесса.

1. Важной характеристикой процесса становится момент обрушения (полного или частичного) каждого объекта, поскольку внутри него заведомо может находиться большое количество людей. В предыдущих работах, если речь шла о полном или частичном обрушении объекта на территории промышленного предприятия, момент обрушения рассматривался, в первую очередь, как момент качественного изменения влияния горящего объекта на негорящие. Таким образом, локальный сценарий развития ЧС должен предусматривать оценку “снизу” момента обрушения. Факт оценки “снизу” в данном случае не противоречит принципу НОВ, а соответствует ему, поскольку наиболее опасной для жизни и здоровья людей является ситуация, когда обрушение происходит раньше.

2. В работах [1, 2] рассматривались разные целевые функции задачи оптимизации структуры промышленного предприятия, с точки зрения снижения последствий ЧС (в частности – минимизация материального ущерба). В данном случае единственно возможной целью является снижение количества пострадавших, при этом следует ввести в задачу оптимизации ликвидации последствий ЧС характеристики рациональной организации эвакуации людей и безопасности работников подразделений МЧС. Таким образом, задача оптимизации (снижения) последствий ЧС в общем случае формулируется следующим образом. Требуется найти

$$\min N(Z) = N(Z^*), \quad (1)$$

где N – количество пострадавших во время ЧС; Z – управляющие переменные задачи, включающие в себя количественные характеристики

распределения имеющихся сил и средств, ограничения на указанные характеристики (поскольку максимальное количество сил и средств на ликвидацию ЧС всегда в практических случаях всегда ограничено), ограничения на значения ОФП в некоторых областях (как правило, в наборе фиксированных контрольных точек), ограничения, количественные характеристики расположения средств защиты отдельных объектов (например, водяных пелен). Поставленная выше задача существенно отличается от более ранней постановки аналогичной задачи для моделирования развития каскадной ЧС на промышленном предприятии, поскольку теперь не предусматривается наличие заранее установленных средств защиты (защитных экранов), в то же время важно рационально распределить имеющиеся средства защиты негорящих объектов от горящих. Как и в случае [1, 2], решение задачи снижения последствий ЧС требует разработки алгоритма расчета НОВ ЧС в качестве базы. Для расчета целевой функции (1), очевидно, требуется определить значения ОФП в каждый момент времени во всем районе ЧС.

Выводы. Приведенный подход позволяет учесть особенности развития каскадной ЧС, связанной с пожаром или взрывом на территории плотной застройки зданиями и сооружениями (в условиях городской инфраструктуры). Основная цель (ей соответствует целевая функция в задаче оптимизации) – снизить количество пострадавших среди населения и обеспечить максимальную безопасность сотрудников подразделений МЧС. В задачу об оптимизации последствий ЧС включаются количественные характеристики организации эвакуации людей из зданий, вводится новая характеристика в локальный сценарий развития ЧС на объекте – момент его обрушения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Дадашев И.Ф. Количественная оценка рациональной конфигурации защитных экранов, с точки зрения возможности каскадного развития пожара на промышленном предприятии // Проблемы пожарной безопасности: Сб. научн. тр. АПБ Украины. – Х.: Фолио. – 2001. – Вып. 9. – С. 46 – 50.*
2. *Дадашев И.Ф. Метод определения рационального расположения средств защиты, предназначенных для ограничения развития каскадного пожара на промышленном предприятии // Проблемы пожарной безопасности: Сб. научн. тр. АПБ Украины. – Х.: Фолио. – 2002. – Вып. 11. – С. 65 – 69.*

Поступила 25.02.2005

Рецензент: кандидат технических наук, доцент Н.И. Адаменко, факультет военной подготовки Харьковского государственного технического университета строительства и архитектуры.
